ÜBER DAS

LÄNGENWACHSTUM

DER

BLUMENBLÄTTER UND FRÜCHTE.

INAUGURAL-DISSERTATION

VERFASST UND DER

HOHEN PHILOSOPHISCHEN FAKULTÄT

DER

KGL. BAYR. JULIUS-MAXIMILIANS-UNIVERSITÄT WÜRZBURG

ZUR

ERLANGUNG DER DOCTORWÜRDE

VORGELEGT

AM 12. JULI 1900

VON

AUGUST KRAETZER
AUS BIEBRICH A/RHEIN.

WÜRZBURG.
KGL. UNIVERSITÄTS-DRUCKEREI VON H. STÜRTZ.
1900.

MEINEN

LIEBEN ELTERN

AUS DANKBARKEIT

GEWIDMET.

Digitized by the Internet Archive
in 2026

https://archive.org/details/IA41549806_0070

Einleitung.

Die nachstehende Untersuchung geschah auf Veranlassung meines hochzuverehrenden Lehrers Herrn Prof. Dr. Kraus, der mich auf die Thatsache aufmerksam machte, dass bei vielen Blütenblättern noch nach dem Aufblühen ein deutliches Wachstum zu beobachten sei und dass eine nähere Prüfung dieser Erscheinung gewiss zu interessanten Resultaten führen würde.

Ganz unbekannt ist die Erscheinung des Weiterwachsens der Blumenblätter freilich nicht. Abgesehen davon, dass das Öffnen und Schliessen z. B. der Tulipablüten als auf ein ungleiches Wachstum der Aussen- und Innenseite von Pfeffer (Physiol. Untersuchungen p. 168, Leipzig 1873), erkannt worden ist, hat Pfitzer eine genaue Untersuchung „Über das Wachstum der Kronblätter von Cypripedium caudatum Lindl." — Verhandlungen des natur-historischen Vereins zu Heidelberg N. F. Band II 1882 — angestellt. Auch sind in Kerners bekanntem „Pflanzenleben" an verschiedenen Stellen interessante Einzelheiten über das Wachstum der Krone zu finden.

Allein alles dieses sind nur einige Einzelheiten; in ihrer Allgemeinheit ist die ganze Erscheinung bisher nicht ins Auge gefasst worden. Meine zahlreichen Beobachtungen zielten zunächst dahin, festzustellen, ob auch die Blumenblätter in ihrer Entwickelung dem Gesetz der grossen Periode unterworfen sind und ob der Verlauf derselben mit den blütenbiologischen Vorgängen in engem Zusammenhang steht.

Auch die Art der Verteilung wenigstens des Längen-Wachstums suchte ich durch Beobachtung der Partialzuwachse kennen zu lernen.

Neben diesen Untersuchungen versäumte ich nicht die gebotene Gelegenheit, auch das Heranwachsen der Fruchtknoten zu Früchten in den Bereich meiner Untersuchungen zu ziehen. Prof. Kraus hatte die grosse Periode für Kürbise durch Beobachtung des Dickenwachstums und Francis Darwin durch die Feststellung der periodischen Gewichtszunahme nachgewiesen. Meine Untersuchungen haben dagegen das Längenwachstum ins Auge gefasst und haben auch bei den Früchten zu einigen Resultaten geführt. Die Gliederung meiner Arbeit ergiebt sich demnach von selbst.

Der erste Teil umfasst: Die Art des Längenwachstums der Blumenblätter mit besonderer Berücksichtigung der Partialzuwachse.

Der zweite Teil behandelt die gleichen Fragen bei den Früchten.

I.

Die Art des Längenwachstums der Blumenblätter.

Die sogenannte grosse Periode des Wachstums der Organe, d. h. die Thatsache, dass ein Pflanzenteil in gleichen Zeiten zuerst langsam, dann rascher und dann wieder langsam bis zum Aufhören wächst, ist bekanntlich in eingehender Weise seiner Zeit durch Sachs näher begründet worden. Derselbe stellte das Gesetz wesentlich am Längenwachstum von Stengeln und Wurzeln fest. Dass auch für Blätter dieselbe Gesetzmässigkeit besteht, geht aus, zwar nicht zu diesem Zwecke angestellten, anderen Wachstums-Untersuchungen z. B. Prantl's (Würzburger Arbeiten, Band I Heft 3 1873) wenigstens für die Laubblätter hervor. Es ist aber bisher meines Wissens noch von niemand der Frage nachgegangen worden, ob auch metamorphe Blätter sich in gleicher Weise verhalten. Es wäre gewiss nicht uninteressant zu untersuchen, ob insbesondere die sogenannten Blütenblätter die grosse Periode zeigen und speziell die Frage daran zu knüpfen, ob mit verschiedenen Phasen des Wachstums der Blätter bekannte biologische Verhältnisse verknüpft sind.

Ich versuchte zunächst einmal diese Frage ins Auge zu fassen. Meine dahin gehenden Beobachtungen fallen in den Sommer 1899.

Die Methode der Beobachtung war von selbst gegeben und kurz die folgende: Es wurde täglich die Länge eines Blütenblattes von der Basis bis zur Spitze durch Abgreifen mit dem Zirkel gemessen und so der tägliche Zuwachs bestimmt. Neben diesem Zuwachs wurden auch bestimmten Entwickelungsstadien der Blüte Aufmerksamkeit geschenkt. Als kritische Termine in dieser Hinsicht sind unter anderen das Aufblühen, der Beginn und das Ende der Pollen-Entleerung hervorzuheben. Die Beobachtung begann natürlich an der Blütenknopse, die selbstverständlich in einzelnen Fällen verschiedenen Alters gewesen sind, indem grosse Blüten früher messbar wurden als kleine. Das Ende der Beobachtung ist bestimmter definiert entweder durch den Beginn des Welkens oder durch das Abfallen der Blumenblätter. Aus den zahlreichen der Übersicht wegen tabellarisch angehängten Messungen lässt sich zunächst folgender Satz ableiten:

Auch die Blütenblätter zeigen eine grosse Wachstumsperiode.

In meinen Untersuchungen tritt dieselbe nur dann vollständig hervor, wenn die Messungen frühzeitig genug an der Blütenknopse begonnen wurden, so dass dieselben noch in den aufsteigenden Ast der Periodenkurve fielen.

Ohne weiteres ist dies z. B. bei dem unten angeführten Lilium candidum (Tab. I Nr. 1) aus den konstruierten Wachstumskurven erkenntlich. Man sieht:

Die auf einander folgenden Zuwachse schwankten in den ersten dreizehn Tagen der Beobachtung zwischen 1 und 2,5 mm. In den vier weiteren Tagen, die vor dem Aufblühen liegen, stieg das tägliche Wachstum bis auf 5,5 mm als Maximum. Darauf folgte ein rapider Abfall des täglichen Zuwachses auf 0.

Einen sehr regelmässigen Verlauf der Wachstumskurve ergab die Untersuchung an den Blumenblättern von Clematis lanuginosa (Tab. I Nr. 2). Der tägliche Zuwachs stieg in den fünf ersten Tagen der Beobachtung von 0,5 mm bis auf 5 mm als Maximalwert. Nach fünf weiteren Tagen war das tägliche Wachsen allmählich auf Null herabgesunken.

Als typisches Beispiel sei noch Lilium croceum (Tab. I Nr. 3) hervorgehoben. Von einigen Schwankungen abgesehen stieg der tägliche Zuwachs von 3,5 mm auf 6 mm maximal. Darauf folgte eine rapide Abnahme desselben auf Null und schon am 2. Tage nach Erreichung des Maximums begann das Welken des Perigons.

Ähnliche Erscheinungen zeigten sich auch bei Hemerocallis fulva (Tab. I Nr. 4), Funkia lanceolata (Tab. I Nr. 5), Alstroemeria aurantiaca (Tab. I Nr. 6) und bei Fuchsia fulgens (Tab. I Nr. 7). Auffallend starkes Anwachsen des täglichen Zuwachses auf ein Maximum von relativ sehr hohem Werte weist Mirabilis longiflora auf (Tab. I Nr. 7 a). In den vier Tagen, die vor dem Aufblühen liegen, stieg das Wachstum von 3 mm pro die auf das Maximum von 34 mm. Schon nach zwei weiteren Tagen war die tägliche Zunahme auf Null herabgesunken. Der steil an- und der steil abfallende Ast der beigefügten Wachstumskurve lassen diese Verhältnisse deutlich erkennen.

Alle angeführten Beispiele zeigen die grosse Kurve des Wachstums in auf- und absteigender Linie. Auch in den noch folgenden Untersuchungen wird der Verlauf derselben meistens zu finden sein.

Wo aber die Beobachtung an einer schon weiteren fortgeschrittenen Knopse begonnen wurde, wird zu erwarten sein, dass nur der abfallende Ast der Wachstumskurve zur Beobachtung kommt. Dies ist z. B. bei Tulipa Gesneriana (Tab. I Nr. 8) der Fall und ebenso bei einer im Aufblühen begriffenen Blüte von Dictamnus fraxinella (Tab. I Nr. 9). —

Nachdem im Vorhergehenden konstatiert ist, dass die Blumenblätter auch eine grosse Periode haben, entstand die Frage, ob der Gang derselben insbesondere das Maximum in irgend einer Beziehung zu den Vorgängen in der Blüte gesetzt werden kann. Im Verlauf der dahingehenden Untersuchungen lassen sich auf Grund der gefundenen Resultate die drei folgenden Sätze aufstellen:

1. Bei den untersuchten Liliaceen, etwa fünf an der Zahl, tritt das Maximum der grossen Periode kurz vor dem Aufblühen ein. Nach dem Aufblühen wächst die Blüte

kaum mehr weiter. Mit dem Termin des Aufblühens tritt starke Pollenentleerung ein. Die Blütezeit ist bekanntlich kurz.

2. Bei den angeführten polyandrischen Blüten tritt das Maximum der grossen Periode kurz nach dem Aufblühen ein und fällt mit dem Beginn der Pollen-Entleerung zusammen. Die Petalen wachsen im Gegensatz zu 1 auch nach dem Aufblühen weiter und hören auf zu wachsen mit dem Abschluss der Pollenentleerung.
3. Bei den Compositen wachsen die Zungenblüten in der üblichen Weise. Das Maximum der grossen Periode fällt mit dem Aufblühen der ersten Röhrenblüten zusammen.

Bei der Beschreibung der Einzelfälle beginne ich mit den Liliaceen und greife zunächst nochmals auf das schon erwähnte Lilium candidum (Tab. I Nr. 1) zurück. Der Verlauf der Wachstumskurve war der, dass der tägliche Zuwachs von 1 mm auf 5,5 mm stieg. Dieser Maximalwert wurde am Tage vor dem Aufblühen erreicht. Nach diesem Zeitpunkt trat ein steiler Abfall des täglichen Wachstums auf Null ein. Die Blüte hatte somit mit dem Aufblühen nahezu ihre definitive Länge erreicht; zugleich trat eine reichliche Pollen-Entleerung ein. Schon nach etwa 3 Tagen nach dem Aufblühen war die Blüte hinfällig.

Auch bei Lilium croceum (Tab. I Nr. 3) trat das Maximum am Tage vor dem Aufblühen ein. Nach diesem Zeitpunkt sank der Zuwachs p. d. nahezu auf Null herab. Schon am 2. Tage nach dem Aufblühen begann das Welken des Perigons.

Einen auffallend grossen Wert hat das Maximum des täglichen Zuwachses bei Hemerocallis fulva (Tab. I Nr. 4). Innerhalb dreier Tage wuchs die tägliche Zunahme von 6,5 mm auf 28 mm, am Tage vor dem Aufblühen. Die Blütezeit und die Pollenentleerung umfasste bloss einen Tag. Schon am zweiten Tage nach dem Aufblühen, war die Blüte vollständig hinfällig.

Auch bei Funkia lanceolata (Tab. I Nr. 5) lagen die Verhältnisse ähnlich; das Maximum des täglichen Zuwachses trat auch hier kurz vor dem Aufblühen ein.

Über weitere Einzelheiten geben die angehängten Tabellen Aufschluss.

Wesentlich andere Verhältnisse als wie oben ergeben sich für die von mir untersuchten polyandrischen Blüten. Bei denselben tritt das Maximum der grossen Periode kurz nach dem Aufblühen ein und fällt mit dem Eintritt der Pollenentleerung zusammen. Das Ende der grossen Periode fällt allgemein mit dem Abschluss der Pollen-Entleerung zusammen. Die Blütezeit war eine dementsprechend längere als vorher.

Ein typisches Beispiel in dieser Hinsicht bietet uns Clematis lanuginosa (Tab. I Nr. 2). In den Tagen vor dem Aufblühen bis zum vollständigen Öffnen haben wir einen täglichen Zuwachs ansteigend von 0,5 bis auf 4 mm. Dann erst tritt das Maximum desselben mit 5 mm ein. Zugleich bemerken wir, dass jetzt erst die Pollen-Entleerung beginnt. Während die Petalen der vollständig geöffneten Blüte eine Länge von 36 mm hatten, erreichten sie in ihrer entgültigen Entwickelung die Länge von 51 mm d. h. sie wuchsen nach dem Aufblühen noch 15 mm. Im übrigen verweise ich auf die zugehörige Wachstumskurve.

Interessant sind dieser Hinsicht auch die Paeonia-Arten, bei denen der Grössenunterschied zwischen der eben entfalteten und einer ganz entwickelten Blüte ja äusserlich ganz ungewöhnlich ins Auge fällt. Eingehend wurde Paeonia officinalis (Tab. I Nr. 10) untersucht. Der tägliche Zuwachs eines Blumenblattes bewegt sich ansteigend bis zum völligen Aufblühen zwischen 0,5 und 7 mm. Das Maximum mit 7 mm trat an diesem Termin ein. Zugleich begann aber auch die Pollen-Entleerung. Das Stäuben setzte sich mehrere Tage fort und ebenso das Wachsen der Blumenblätter. Der tägliche Zuwachs betrug in diesen Tagen abnehmend 4—2 mm. Mit dem Aufhören der Pollen-Entleerung, die hier begrenzt war durch das Abfallen der Antheren, setzte auch das Wachsen der Blumenblätter aus. Im ganzen wuchsen sie während der Beobachtungszeit nach dem Aufblühen von 51 auf 62 mm.

Auch die von mir untersuchten Rosaceen zeigten sehr ähnliche Erscheinungen. Im allgemeinen ist die Blütezeit etwas kürzer als bei den vorhergehenden Blüten. Ein Exemplar von Potentilla heptaphylla (Tab. I Nr. 11), das halb geöffnet war hatte beim Beginn der Messung eine Länge der Petalen von

5 mm. Am nächsten Tage war die Blüte ganz geöffnet und waren die Petalen 6 mm lang. An dem hierauf folgenden Tage begannen die Antheren zu stäuben. Der tägliche Zuwachs erreichte sein Maximum mit 2,5 mm. Er sank darauf in den nächsten drei Tagen von 1 mm auf 0 mm herab, bis zu welchem Termin auch die Bestäubung ihr Ende erreicht hatte.

Ebenso tritt bei Potentilla verna (Tab. I Nr. 12) das Maximum der grossen Periode nach dem vollständigen Aufblühen mit Beginn der Pollen-Entleerung ein. Dieselbe umfasst etwa drei Tage. Nach Ablauf derselben fielen die Petalen ab. Sie waren während der Blütezeit von 5,8 auf 8 mm gewachsen.

Bei Fragaria vesca (Tab. I Nr. 13) war die Blütezeit noch beschränkter. Die Pollen-Entleerung vollzog sich innerhalb zweier Tage. Das Maximum des täglichen Zuwachses mit 2,5 mm trat hier noch etwas später ein und zwar mit dem Tage, an dem die Stäubung am stärksten war. Die Blumenblätter wachsen während der Blütezeit von 8 auf 11,5 mm.

Ganz hervorragendes Interesse bietet die dritte Gruppe der untersuchten Blüten, nämlich die Zungen der Compositen. Dass bei denselben die abblühenden Blütenstände viel grössere Zungen haben, als die aufblühenden, fällt bei der Sonnenblume sofort in die Augen. Es ist dies Verhalten nicht allein bei dieser Pflanze, sondern bei näherer Untersuchung ganz allgemein bei den Zungenblüten zu beobachten. Die zwei bei den vorherigen Gruppen untersuchten Fragen beantworten sich wie folgt:

Auch die Zungenblüten sind dem Gesetz der grossen Periode unterworfen. Das Maximum derselben fällt mit dem Aufblühen der ersten Röhrenblüten im allgemeinen zusammen.

Es sei hier zunächst Rudbeckia laciniata (Tab. I Nr. 14) angeführt. Die Untersuchung begann an zwei nahezu gleichen Exemplaren in einem Entwickelungs-Stadium, in dem die Röhrenblüten noch alle geschlossen und die Zungen der Zungenblüten noch nicht ganz aufgerollt waren.

Der tägliche Zuwachs betrug zunächst 2 mm (Blüte a) resp. 1 mm (Blüte b). An den beiden folgenden Tagen stieg der Zuwachs auf das Maximum von 4 mm an. Zu gleicher Zeit begannen die Röhrenblüten sich zu öffnen, zunächst einige

wenige und am nächstfolgenden Tage der ganze äusserste Kreis derselben. Jetzt nahm der tägliche Zuwachs, von einigen Schwankungen abgesehen, wieder ab und hörte auf, als sämtliche Röhrenblüten aufgeblüht waren.

Wir erkennen auch hier die grosse Periode und finden das Maximum derselben mit dem Aufblühen der ersten Röhrenblüten zusammenfallen.

Ähnlich verhielt sich Silphium trifoliatum (Tab. I Nr. 15). Bei Beginn der Beobachtung waren auch hier alle Röhrenblüten geschlossen, die Zungenblüten waren aber vollständig ausgebreitet. Der tägliche Zuwachs, der in den beiden ersten Tagen von 1 mm auf 3 mm anwuchs, erreichte am dritten Tage seinen Maximalwert mit 6 mm. Zugleich waren ungefähr die beiden äussersten Kreise der Röhrenblüten aufgeblüht. Nach diesem Termin ging der tägliche Zuwachs über 5, 4 auf 1 mm zurück und wurde gleich Null von dem Tage an, wo keine weiteren Röhrenblüten mehr aufblühen.

Auch hier ist der Verlauf der grossen Periode markiert. Das Maximum derselben fiel in die Zeit, in der die beiden ersten Kreise der Röhrenblüten sich öffneten.

Eine etwas kürzere Blütezeit hatte Calendula officinalis (Tab. I Nr. 16). Der tägliche Zuwachs der Zungen bei Beginn der Messung, wo alle Röhrenblüten noch geschlossen waren, betrug 1 mm. Darauf folgte das Maximum von 3 mm desselben mit dem Aufblühen des äussersten Kreises der Röhrenblüten. Die Zungenblüten wuchsen alsdann mit einem abnehmenden täglichen Zuwachs so lange weiter, bis die Röhrenblüten alle geöffnet waren. Mit dem Eintritt dieses Entwickelungsstadiums war das Wachstum auf Null herabgesunken und es begann das Abfallen der Zungen. Im Verlauf der auch hier auftretenden grossen Periode fiel das Maximum derselben mit dem Aufblühen des ersten Kreises der Röhrenblüten zusammen.

Bellis perennis (Tab. I Nr. 17) und Chrysanthemum Leucanthemum (Tab. I Nr. 18) sind fast analogen Erscheinungen unterworfen, deren Einzelheiten aus den Tabellen hervorgehen.

Ein etwas davon abweichendes Verhalten boten 2 Exemplare von Dimorphotheca pluvialis (Tab. I Nr. 19) dar. Die

grosse Periode ist wohl zu erkennen, aber das Maximum derselben fällt nicht mit dem Aufblühen der ersten Röhrenblüten zusammen.

Während in den ersten Tagen sich ca. 1—2 Kreise von Röhrenblüten öffneten bis ungefähr zum vierten Kreis, trat nach Eintritt dieses Entwickelungsstadiums das Aufblühen des gesamten Restes der Röhrenblüten in einem einzigen Tag ein. Mit diesem Termin fiel das Maximum der grossen Periode zusammen.

Aus den angegebenen Resultaten ist zweifellos zu erkennen, dass die Zungenblüten in der üblichen gesetzlichen Weise wachsen und dass das Maximum der grossen Periode mit dem Aufblühen der ersten Röhrenblüten im allgemeinen zusammenfällt.

II.

Partialzuwachse der Blütenblätter.

Obwohl die Vermutung nahe liegt, dass sich die Blütenblätter analog den Laubblättern von oben nach unten entwickeln, d. h. dass das Wachsen an der Spitze zuerst aufhört und von da nach abwärts schreitet, ist dennoch diese Frage bis jetzt von niemandem auch für die Blumenblätter präzisiert worden.

Ich stellte mir deshalb die Aufgabe nach dieser Richtung hin einiges zu erforschen. Zu diesem Zwecke wurden, sobald es die Entwickelungsgrösse des Blütenblattes zuliess, Marken auf demselben aufgetragen. Der Schonung der zarten Organe wegen, geschah dies mittelst eines Gummi-Stempels, der eine Millimeter-Skala in Anilinfarbe wiedergab. Es war damit beinahe ganz ausgeschlossen, dass durch das Markieren Störungen im Wachstum eintreten konnten.

Aus zahlreichen auf diese Weise angestellten Versuchen geht hervor, dass das Wachstum der Blumenblätter zur Zeit, wo es hier zur Beobachtung kommt, an der Spitze bereits vollendet ist, und nur noch im unteren und mittleren Teil stattfindet. Ein Bild von der Verteilung dieses Wachstums

ergiebt sich unmittelbar aus dem Vergleich der jeweiligen Partialzuwachse.

Sehr geeignet zu derartigen Untersuchungen erschienen mir die Zungenblüten der Compositen. Die erwähnte Thatsache lässt sich ohne weiteres von der Skala ablesen.

Rudbeckia laciniata, (Tab. II Nr. 1) in Zonen von je 2 mm betrachtet, zeigt in den beiden untersten Zonen ein Maximum des Zuwachses von je 3 mm. In den weiter nach der Spitze zu gelegenen Abschnitten nimmt der Zuwachs allmählich ab und wird zu Null in den letzten 4 mm an der Spitze.

Auch die Zungen von Dimorphotheca pluvialis, Chrysanthemum Leucanthemum (Tab. II Nr. 2) verhalten sich ähnlich. Selbstverständlich sind hier die Zuwachse entsprechend der geringeren Grösse der Blüten bedeutend kleiner. Er beträgt hier für die beiden untersten Zonen (von je 2 mm) ca. 1 mm und nimmt gegen die Spitze zu langsam bis auf Null ab.

Diese Gesetzmässigkeit findet sich auch bei anderen Pflanzenfamilien. So hatte Paeonia officinalis (Tab. II Nr. 3) in der untersten Zone den maximalen Zuwachs von 5 mm. Auch hier ging dieser ziemlich regelmässig nach der Spitze zu auf Null zurück.

Die Resultate der Untersuchungen an weiteren Ranunculaceen und an Rosaceen, ferner an Papaver orientale und Tulipa Gesneriana finden sich in den angehängten Tabellen (Tab. II Nr. 4, 5, 6, 7). Die erwähnte Thatsache lässt sich auch in allen diesen Fällen feststellen.

Während im Vorhergehenden der maximale Zuwachs an der Basis lag, zeigen die folgenden Blüten eine bemerkenswerte Ausnahme. Ein Blumenblatt von Clematis lanuginosa (Tab. II Nr. 8), wurde im Knospenzustand in 5 Zonen von je 5 mm geteilt; ein Rest von 3,5 mm blieb an der Spitze. Der schlechten Zugänglichkeit wegen wurde in diesem Falle von der Anwendung des Gummi-Stempels abgesehen. Nachdem nun das signierte Blumenblatt ausgewachsen war (im Begriffe), ergab sich eine auffallende Verteilung des Wachstums. Mit der untersten Zone beginnend, stieg der Zuwachs von 2,3 mm auf ein Maximum von 4 mm in der dritten Zone.

Von da an nahm er wieder ab und sank an der Spitze bis auf Null herab.

Auch bei Clematis viticella (Tab. II Nr. 9) lag der maximale Zuwachs nicht in den untersten 5 mm, sondern in der zweiten Zone im Betrage von 4,3 mm. Nach oben hin war wieder eine Abnahme zu verzeichnen. Der Rest an der Spitze, der 2 mm betrug, blieb unverändert.

In beiden Fällen ist also die merkwürdige Ausnahme festzustellen, dass das Maximum des Zuwachses mehr nach dem mittleren Teil des Blumenblattes zu liegt.

Weitere auffällige Wachstumserscheinungen ergaben sich bei der Beobachtung einer Anzahl von sympetalen Blüten. So hatte Nicotiana affinis (Taf. II Nr. 11) im röhrenförmigen Teil und Limbus gewissermassen ein Wachstum für sich. Im röhrenförmigen Teil lag das Maximum des Zuwachses an dessen Basis (und war am Ende derselben sehr gering).

Ein zweites Maximum lag im Bereich des Limbus und zwar in dem breiteren, unteren Teil der Blütenzipfel. Die Spitze derselben blieb nahezu unverändert.

Auch Datura stramonium (Tab. II Nr. 10) hatte im röhrenförmigen Teil und Limbus je ein besonderes Maximum. Analog lag das eine an der Basis der Röhre, das andere im unteren Teil der Blütenzipfel.

Eine weitere interessante Wachstumserscheinung beobachtete ich an Hemerocallis fulva (Tab. II Nr. 12). Sie trat um so deutlicher hervor, als es sich hier während der Beobachtungszeit um eine bedeutende Grössenzunahme der Blüte handelte. Die Blüte wuchs während dieser Zeit von 30 mm auf 92,5 mm. Das Perigon zeigt äusserlich zwei deutliche Abschnitte; nämlich einen unteren, weniger dicken, von der Länge des darin befindlichen Fruchtknotens und einen oberen, scharf abgegrenzten von grösserem Durchmesser, der in den Perigonzipfeln endet. Während in der Fruchtknotenregion die Markenverschiebung eine gleichmässige Streckung längs der ganzen Ausdehnung derselben erkennen liess, war im oberen Teil dagegen ein sehr variabler Zuwachs zu konstatieren. Das Maximum desselben umfasste die Partie unmittelbar über dem Fruchtknoten und betrug 24,5 mm für die ursprüngliche Länge von 5 mm,

das ist mehr als $^1/_3$ des Gesamtzuwachses. Nach den Perigonzipfeln zu rapid abnehmend, betrug der Zuwachs der obersten Region von ursprünglich 5 mm Länge nur 1,2 mm.

Eine analoge Wachstumserscheinung konnte ich an Beschorneria superba wahrnehmen (Tab. II Nr. 13). Auch hier war deutlich eine Region geringerer Weite, die den Fruchtknoten umfasste, deutlich von einer solchen grösseren Durchmessers, die dem oberen Teil der Blüte angehörte, zu unterscheiden. Das Wachstum längs des Fruchtknotens war fast gleichmässig; unmittelbar darüber lag die Region des maximalen Zuwachses, der hier sogar $^2/_3$ auf eine ursprüngliche Länge von 5 mm bezogen des gesamten Längenzuwachses betrug. Der Zuwachs fiel auf den Blütenzipfel zu steil ab und war am Ende derselben nahezu gleich Null.

Die nahe verwandte Beschorneria bracteata (Tab. II Nr. 14) machte, wie zu vermuten war, keine Ausnahme in diesen Wachstumseigentümlichkeiten. Auch hier folgte auf eine gleichmässige Streckung längs der Fruchtknotenregion ein Maximum des Zuwachses im oberen Teil der Blüte.

Weitere Einzelheiten, deren Erörterung zu weit führen würde, finden sich in einer Anzahl der beigefügten Tabellen. Sie beziehen sich auf die Blüten von: Funkia lanceolata und Galtonia princeps (Tab. II Nr. 15 und Nr. 16).

III.

Die Art des Längenwachstums der Früchte.

Der vorliegende und letzte Teil meiner Untersuchungen bezieht sich auf die Wachstumserscheinungen der Früchte. Obwohl diese Untersuchungen, die in die Periode nach der Befruchtung der Blüte fallen, nicht unmittelbar mit den vorhergehenden zusammenhängen, so verleitete dennoch das reichliche und günstige Material dazu, auch die Früchte in Bezug auf die grosse Periode zu prüfen.

Dass eine grosse Periode des Wachstums der Früchte be-

steht, hat Professor Kraus speziell an einigen Cucurbitaceen wenigstens für das Dickenwachstum hergestellt[1]).

Ferner hat Fr. Darwin eine grosse Periode in der Gewichtszunahme wachsender Kürbisse festgestellt. Mir blieb demnach noch übrig dahingehende Untersuchungen auch für das Längenwachstum von Früchten anzustellen.

Als ein ganz besonders geeigneter Repräsentant für meine Beobachtungen erschien mir der Flaschenkürbis, Cucurbita lagenaria L., der bekanntlich ein aussergewöhnlich grosses Längenwachstum hat. Die Messungen begannen an einem Exemplar von 77,5 mm Länge. Der tägliche Zuwachs stieg in den ersten sieben Tagen der Beobachtung von 9,5 mm ziemlich gleichmässig ansteigend auf ein Maximum von 22 mm. Am achten Tage betrug er 21 mm und sank am neunten plötzlich bis auf 3 mm herab. In den folgenden neun Tagen war ein ziemlich gleichmässiger Rückgang des täglichen Zuwachses bis auf Null herab eingetreten. Ich musste annehmen, dass mit diesem Termin der Kürbis seine definitive Länge erreicht haben musste, da in sechs weiteren Tagen kein Zuwachs mehr zu konstatieren war. Die endgültige Länge betrug 325 mm. Tabelle III, 1.

Wenn auch nicht mit gleicher Regelmässigkeit, so ist ebenso bei Cucurbita pepo der Verlauf der grossen Periode zu erkennen (Tab. III Nr. 2). Die ursprüngliche Länge betrug 65 mm vom Stiel bis zum Scheitel längs der Oberfläche gemessen. Der tägliche Zuwachs stieg innerhalb dreier Tage von 13 mm auf das Maximum von 36 mm.

An den darauf folgenden Tagen ging das Wachstum rasch bis auf 12 mm p. d. zurück. Der weitere Rückgang auf Null wiess eine Unregelmässigkeit auf, die wohl auf das eingetretene feuchtwarme Wetter, was in diese Zeit fiel, zurückzuführen ist.

Sehr deutlich zeigte Cucumis sativus (Tab. III Nr. 3) die grosse Periode. Die Messungen begannen an einer normal entwickelten Frucht von 32 mm Länge. Der tägliche Zuwachs bewegte sich anfangs zwischen 3 und 6 mm, dann stieg er steil auf 11 mm und fiel dann wieder ebenso rasch auf 3 mm. Als die Frucht eine Länge von 84 mm erreicht hatte, trat das

[1]) Sitzungsberichte der naturforschenden Gesellschaft zu Halle vom 1. Dez. 1883.

Gelbwerden ein. Die Länge der übrigen Früchte an dem zugehörigen Stock war ungefähr dieselbe, sodass die Annahme eine ausgewachsene Frucht vor sich zu haben, berechtigt war.

Ein weiteres sehr geeignetes Beobachtungsobjekt boten die Früchte von Glaucium luteum (Kurve 4, Tab. III Nr. 4), die bekanntlich eine ganz bedeutende Länge erreichen. Das untersuchte Exemplar hatte eine ursprüngliche Länge von 30 mm. Der tägliche Zuwachs stieg mit einigen Schwankungen auf ein relativ hohes Maximum von 30 mm. Nach Verlauf von acht weiteren Tagen hatte die Frucht eine definitive Länge von 240 mm erreicht. Erwähnt sei noch, dass zwei andere Früchte von derselben anfänglichen Länge fast den identischen Wachstumsverlauf aufzuweisen hatten.

Ein auffallend schneller Verlauf des Wachstums war an den Früchten von Glaucium leptopodum (Tab. III Nr. 5) und von Eschscholtzia californica (Tab. III Nr. 6) zu beobachten. Die Beobachtungen begannen an einer Frucht des ersteren von Länge von 23 mm. Die Blumenblätter waren zu dieser Zeit gerade im Abfallen begriffen. An dem darauffolgenden Tage trat das Maximum des täglichen Zuwachses ein mit dem relativ hohen Betrag von 12 mm. Darauf folgte ein steiler Abfall desselben auf Null, womit eine endgültige Länge von 42 mm erreicht war.

Ganz analog trat bei Eschscholtzia californica das Maximum des Zuwachses am Tage des Verblühens ein, sodass ich nur den abfallenden Ast der Wachstumskurve erhalten konnte. Die Frucht wuchs an diesem Tage von 20 auf 36 und erreichte nach 5 weiteren Tagen unter rapider Abnahme des täglichen Zuwachses die definitive Länge von 65 mm.

Bei Tulipa Gesneriana (Tab. III Nr. 7) konnte neben dem Längenwachstum auch das Dickenwachstum in seiner Eigentümlichkeit verfolgt werden. Der tägliche Längenzuwachs stieg anfangs auf einen bestimmten Maximalwert. Nachdem dieser erreicht war, trat ein steiler Abfall des Wachsens auf Null ein. Jetzt war ein beträchtliches Anwachsen des Querdurchmessers an sechs weiteren Tagen zu konstatieren. Damit war natürlich eine auffällige Formveränderung der Frucht verbunden. Bei Beginn der Messung war der Längendurchmesser viermal

so gross als der grösste Querdurchmesser, bei der ausgewachsenen Frucht dagegen bloss zweimal. Drei der untersuchten Exemplare zeigten in grossen Zügen dieselbe Erscheinung.

Aus der Familie der Cruciferen boten die Schoten von Hesperis matronalis (Tab. III Nr. 8) wegen ihres relativ grossen Längenwachstums ein günstiges Beobachtungsmaterial. Die grosse Periode ist auch hier zweifellos zu erkennen. Nach dem Verblühen fand ein anhänglich geringer Zuwachs von 1—3 mm pro Tag statt; allmählich stieg derselbe auf das Maximum von 8 mm und fiel alsdann rasch auf Null ab. Die Länge der reifen Schote betrug 71 mm.

Ähnlich verhielten sich die Schoten von Cheiranthus alpinus (Tab. III Nr. 9). Die Zahlenverhältnisse waren entsprechend der geringeren endgültigen Grösse geringere. Bei dem untersuchten Exemplar betrug das Maximum 5 mm bei einer Endlänge der Schote von 38 mm.

Ebenso wurde die grosse Periode bei den Hülsen der Papilionaceen festgestellt, wenigstens für Pisum sativum und Phaseolus multiflorus. Die weitere Erörterung findet sich in den zugehörigen Tabellen. Tab. III Nr. 10. Tab. III Nr. 11.

IV.

Partialzuwachs der Früchte.

Zur Vervollständigung der Untersuchungen über das Wachstum der Früchte wurden auch hier die Partialzuwachse untersucht. Die Methode der Beobachtung war die bekannte, dass mit einem Gummistempel eine Millimeterskala aufgetragen wurde. Aus zahlreichen dahin gehenden Versuchen lässt sich folgendes feststellen:

Die Früchte wachsen im allgemeinen am meisten in ihrem unteren Teil, wenigstens in jüngeren Entwickelungs-Stadien. Bei weiter fortgeschrittener Entwickelung war da der grösste Partialzuwachs zu beobachten, wo die meisten und bestentwickelten Samen sich befanden. Jedoch fanden sich auch

einige sehr auffällige Ausnahmen auf die später eingegangen werden soll. Ein Unterschied im Wachsen zwischen unterständigen und oberständigen Fruchtknoten war nicht festzustellen.

Eine sehr bequeme Beobachtung bot ein Flaschenkürbis. In den ersten Tagen der Beobachtung zeigte sich der Hauptzuwachs nahe über dem Stiel. Im Laufe der weiteren Entwickelung hörte das Wachsen in dieser Region auf. Das Maximum des Zuwachses war weiter nach oben verschoben. Gegen die Spitze zu nahm jedoch der Zuwachs wieder ab und hatte in der Nähe derselben den kleinsten Wert. (Tab. IV Nr. 1.)

Auch die lang gestreckten Früchte von Glaucium leptopodum (Tab. IV Nr. 2) lassen deutlich eine Abnahme des Wachstums nach der Spitze zu erkennen. Während eine Zone von 5 mm an der Basis auf 8 mm herangewachsen war, betrug der Partialzuwachs einer gleichen Zone an der Spitze nur 1 mm. Ähnlich verhielt sich Eschscholtzia californica (Tab. IV Nr. 3). Hier betrug der Zuwachs für die unterste Zone von ursprünglich 2 mm Länge 7 mm, während gegen die Spitze zu, ein solcher von ca. 1 mm zu konstatieren war.

Auch Pisum sativum (Tab. IV Nr. 4) hatte den grössten Zuwachs in der unteren Partie. Im Zustand der Reife befanden sich hier auch die best entwickelten Samen.

Die Schoten von Cheiranthus alpinus (Tab. IV Nr. 5) und Hesperis matronalis (Tab. IV Nr. 6) dagegen hatten ihren grössten Zuwachs in den Teilen, in denen die Samen am vollkommensten ausgebildet waren.

Von unterständigen Fruchtknoten seien Epilobium hirsutum (Tab. IV Nr. 8) und Oenothera biennis (Tab. IV Nr. 9) hervorgehoben. Eine deutliche Wachstumsabnahme gegen die Spitze zu war ohne weiteres abzulesen.

Eine Reihe anderer Früchte, die in den folgenden Tabellen angeführt sind, haben alle das Maximum des Wachstums an der Basis.

Eine merkwürdige Ausnahme machte Glaucium luteum (Tab. IV Nr. 7). Hier waren die Zuwachse an der Basis am kleinsten (auf Zonen von 5 mm etwa 1 bis 3,5 mm). Gegen die Spitze zu nahmen sie bedeutend zu (bis auf 13 mm). Im

äussersten Teil der Spitze allerdings war wieder eine Abnahme zu konstatieren.

Auffallendes Wachsen zeigten ferner die Früchte von Martynia lutea und Martynia fragrans (Tab. IV Nr. 10 und Nr. 11). Der geringste Zuwachs lag auch hier an der Basis, während in dem schnabelförmigen Fortsatz der Frucht ein ganz bedeutendes Wachstum zu bemerken war.

Zum Schlusse spreche ich hiermit meinem hochzuverehrenden Lehrer Herrn Professor Dr. Kraus an hiesiger Universität meinen aufrichtigsten Dank für die Anleitung und Unterstützung in der Bearbeitung der vorliegenden Arbeit aus.

I.

Tabellen des Längenwachstums der Blumenblätter.

Tab. I Nr. 1.

Lilium candidum.

Datum	Entwickelungs-Stadium	Gesamtlänge der Blüte	Täglicher Zuwachs	Bemerkungen
22. VI.	Knospe fest geschlossen; noch grün	27 mm	—	
23.	„	28	1 mm	
24.	„	29	1	
25.	„	30	1	
26.	„	32	2	
27.	„	33,5	1,5	
28.	„	36	2,5	
29.	„	37,5	1,5	
30.	„	40	2,5	
1. VII.	„	42	2	
2.	„	44	2	
3.	„	46	2	
4.	„	48	2	
5.	„	50	2	
6.	„	54,5	4,5	
7.	„	58	3,5	
8.	„	63	5	
9.	„	66,5	3,5	
10.	locker geschlossen	72	5,5	
11.	über Nacht aufgeblüht	73	1	Beginn der Pollen-Entleerung
12.		73	0	
13.	verblüht	73	0	Antheren abfallend

Tab. I Nr. 2.

Clematis lanuginosa.

Datum	Entwickelungs-Stadium	Gesamtlänge der Blüte	Täglicher Zuwachs	Bemerkungen
17. VII.	Blüte fest geschlossen	28,5 mm	—	
18.	„	29	0,5 mm	
19.	„	30	1	
20.	nicht ganz offen, Blumenbl. zus. gefaltet	32	2	Blüte trichterförmig
21.	ganz offen, Antheren noch nicht stäubend	36	4	Die Blumenblätter fast in eine Ebene ausgebreitet
22.	einzelne Antheren stäubend	41	5	
23.	äusserster Kreis der Staubgef. stäubend	45	4	
24.	zwei Kreise, Staubg. stäub	47,5	2,5	
25.	innere Staubg. stäub., äuss. verstäubt	49	1,5	
26.	einige innere noch stäub	50,5	1,5	
27.	Antheren beginnen abzufallen	50,5	0	
28.	vollständig verstäubt	50,5	0	
29.	Antheren der inneren Kreise abfallend	50,5	0	
30.	„	50,5	0	
31.	Blumenblätter abfallend	50,5	0	

Tab. I Nr. 3.

Lilium croceum.

Datum	Entwickelungs-Stadium	Gesamtlänge der Blüte	Täglicher Zuwachs	Bemerkungen
23. VI.	Knospe fest geschlossen	31 mm	—	
24.	„	34,5	3,5 mm	

Datum	Entwickelungs-Stadium	Gesamtlänge der Blüte	Täglicher Zuwachs	Bemerkungen
25. VI.	Knospe fest geschlossen	37 mm	2,5 mm	
26.	„	42,5	5,5	
27.	„	47,5	5,5	
28.	„	52	5	
29.	„	56	4	
30.	„	61	5	
1. VII.	aufgeblüht; stark stäub.	67	6	
2.	verstäubt	67	0	Antheren abfallend
3.	welkend	67	0	

Tab. I Nr. 4.

Hemerocallis fulva.

Datum	Entwickelungs-Stadium	Gesamtlänge der Blüte	Täglicher Zuwachs	Bemerkungen
28. VI.	Knospe geschlossen	30 mm	—	
29.	„	35	5 mm	
30.	„	40	5	
1. VII.	„	46,5	6,5	
2.	„	57	10,5	
3.	„	85	28	
4.	aufgeblüht, stark stäubend	103	18	
5.	„	verblüht	0	

Tab. I Nr. 5.

Funkia lanceolata.

Datum	Entwickelungs-Stadium	Gesamtlänge der Blüte	Täglicher Zuwachs	Bemerkungen
22. VII.	Knospe fest geschlossen	10 mm	—	
23.		12	2 mm	

Datum	Entwickelungs-Stadium	Gesamtlänge der Blüte	Täglicher Zuwachs	Bemerkungen
24. VII.		14 mm	2 mm	
25.		16	2	
26.		18,5	2,5	
27.		22	3,5	
28.		25	3	
29.		30	5	
30.	locker geschlossen	39	9	
31.	aufgeblüht stäubend	44	5	
1. VIII.	„	45,5	1,5	
2.	welkend	45,5	0	

Tab. I Nr. 6.

Alstroemeria aurantiaca.

Datum	Entwickelungs-Stadium	Gesamtlänge der Blüte	Täglicher Zuwachs	Bemerkungen
24. VI.	noch geschlossen	25 mm	—	
25.	„	30	5 mm	
26.	a. d. Spitze offen	34	4	
27.	etwas mehr	36	2	
28.	ganz offen, Beginn der Stäubung	37	1	
29.	alle Antheren stäuben	39	2	
30.	nur noch wenig stäubend	40	1	
1. VII.	Antheren entleert	40	0	Antheren zum Teli abfallend
2.	Beginn des Welkens	40	0	

Tab. I Nr. 7.

Fuchsia fulgens.

Datum	Entwickelungs-Stadium	Gesamtlänge der Blüte	Täglicher Zuwachs	Bemerkungen
22. VI.	Knospe fest geschlossen	36 mm	—	
23.		40,5	4,5 mm	

Datum	Entwickelungs-Stadium	Gesamtlänge der Blüte	Täglicher Zuwachs	Bemerkungen
24. VI.		45,5 mm	5 mm	
25.		50,5	5	
26.		55,5	5	
27.		62	6,5	
28.	im Begriffe aufzublühen	65	3	Die Perigonzipfel haften nur noch mit ihren Spitzen an einander
29.	ganz offen, stäubend	67	2	
30.	verstäubt	68	1	Antheren abfallend
31.	welkend	68	0	
1. VII.	„	68	0	

Tab. I Nr. 7a.

Mirabilis longiflora.

Datum	Entwickelungs-Stadium	Gesamtlänge der Blüte	Täglicher Zuwachs	Bemerkungen
23. VII.	Knospe	45 mm	—	
24.	„	48	3 mm	
25.	vorn offen	56	8	
26.	etwas mehr	81	25	
27.	ganz aufgeblüht, stäubend	115	34	
28.	„	135	20	Antherenfächer welk
29.	verstäubt	135	0	
30.		136	1	
31.	welkend	136	0	
1. VIII.		136	0	

Tab. I Nr. 8.

Tulipa Gesneriana.

Datum	Entwickelungs-Stadium	Gesamtlänge der Blüte	Täglicher Zuwachs	Bemerkungen
18. V.	Blüte noch geschlossen	50 mm	—	DieEntwickelung war schon so weit vorgeschritten, dass nur der abfallende Ast der Wachstumskurve zur Beobachtung kam
19.	aufgeblüht, Antheren stäubend	53	3 mm	
20.	„	53,5	1,5	
21.	„	54,5	1	
22.	verstäubt	55	0,5	
23.	„	55,5	0,5	
24.	„	56	0,5	
25.	Antheren abfallend	57,5	1,5	
26.	„	58	0,5	
27.	Blumenblätter abfallend	58	0	

Tab. I Nr. 9.

Dictamnus fraxinella.

Datum	Entwickelungs-Stadium	Gesamtlänge der Blüte	Täglicher Zuwachs	Bemerkungen
30 V.	aufgeblüht	31 mm	—	DieEntwickelung war soweit fortgeschritten, dass nur der abfallende Ast der Wachstumskurve zur Beobachtung kam.
31	Antheren beginnen zu stäuben	34	3 mm	
1 VI.	stark stäubend	35,5	1,5	
2	Antheren leer	36	0,5	
3	Blumenblätter abfallend	37	1	
4	„	37	0	

Tab. I Nr. 10.

Paeonia officinalis.

Datum	Entwickelungs-Stadium	Gesamtlänge der Blüte	Täglicher Zuwachs	Bemerkungen
29. V.	Knospe fest geschlossen	34 mm	—	Eine zweite Blüte lieferte ganz analoge Resultate
30.	„	34	0 mm	
31.	„	34,5	0,5	
1. VI.	an der Spitze offen	39	4,5	
2.	etwa halb offen	44	5	
3.	ganz offen, Antheren beginnen zu stäuben	51	7	
4.	Antheren stark stäub.	55	4	
5.	„	58	3	
6.	nur noch wenig stäubend	60	2	
7.	Antheren abfallend	62	2	
8.	„			
9.	äussereBlumenblätter	62	0	
	beginnen abzufallen	62	0	

Tab. I Nr. 11.

Potentilla heptaphylla.

Datum	Entwickelungs-Stadium	Gesamtlänge der Blüte	Täglicher Zuwachs	Bemerkungen
11. VI.	noch nicht ganz offen	5 mm	—	
12.	Blüte offen, Blumenblätter noch faltig	6	1	
13.	ganz offen, stäubend	8,5	2,5	
14.	„	9,5	1	
15.	nur noch wenig stäubend	10	0,5	
16.	Blumenblätter abfallend	10	0	

Tab. I Nr. 12.

Potentilla verna.

Datum	Entwickelungs-Stadium	Gesamtlänge der Blüte	Täglicher Zuwachs	Bemerkungen
10. V.	nicht ganz aufgeblüht, noch nicht stäubend	5	—	
11.	offen, Beginn des Stäubens	5,5	0,5	
12.	alle Antheren stark stäubend	7	1,5	
13.	Antherenfächer welk.	7,5	0,5	
14.	Blumenblätter abfallend	8	0,5	

Tab. I Nr. 13.

Fragaria vesca.

Datum	Entwickelungs-Stadium	Gesamtlänge der Blüte	Täglicher Zuwachs	Bemerkungen
12. V.	aufgeblüht, Antheren geschlossen	8	—	
13.	Antheren beginnen zu stäuben	9	1	
14.	alle Antheren stäuben	11,5	2,5	
15.	verstäubt, Blumen-abfallend	11,5	0	

Tab. I Nr. 14.

Rudbeckia laciniata.

Datum	Entwickelungs-Stadium der Röhrenblüten	Gesamtlänge der Zungenblüten (Rand)	Täglicher Zuwachs	Bemerkungen
23 VII.	Röhrenblüten noch alle geschlossen	20 (21)	—	Die eingeklammerten Zahlen beziehen sich auf ein zweites Beobachtungsexemplar,
24.	einzelne Röhren bleiben offen	22 (22)	2	

Datum	Entwickelungszustand der Röhrenblüten	Gesamtlänge der Zungenblüten	Täglicher Zuwachs	Bemerkungen
25.	äusserster Kreis der Röhrenbl. noch nicht ganz offen	26	4	das in seiner Entwickelung fast parallel neben dem ersten herging
26.	3 Kreise der Röhrenbl. offen	30	4	
27.	4 „	32,5	2,5	
28.	5 „	35	2,5	
29.	6 „	35,5	0,5	
30.	7 Kreise nicht ganz	36	0,5	
31.	8 Kreise offen	36	0	
1. VIII.	9 „	37	1	
2.	nahezu alle Röhrenblüten offen	37	0	
3.	Zungenblüten fallen ab	37	0	
4.	die inneren Röhrenblüten kamen nicht	37	0	
5.	zum Aufblühen	37	0	

Tab. I Nr. 15.

Silphium trifoliatum.

Datum	Entwickelungszustand der Röhrenblüten	Gesamtlänge der Zungenblüten	Täglicher Zuwachs	Bemerkungen
20. VII.	alle Röhrenbl. geschlossen	21 mm	—	
21.	wenige offen	22	1 mm	
22.	2 Kreise offen	25	3	
23.	3. Kreis offen, die beiden anderen abgefallen	31	6	Die Zahlen der Röhrenblütenkreise entsprechen nahezu den wirklichen Verhältnissen.
24.	4. Kreis offen.	36	5	
25.	4. und 5. „	40	4	
26.	6. Kreis „	41	1	
27.	alle verblüht	42	1	
28.	Zungen abfallend	43	1	
1. VIII.	„ „	43	0	

Tab. I Nr. 16.

Calendula officinalis.

Datum	Entwickelungszustand der Röhrenblüten	Gesamtlänge der Zungenblüten	Täglicher Zuwachs	Bemerkungen
22. VII.	alle geschlossen	14 mm	—	
23.	einzelne offen	15	1 mm	Auch hier gilt dasselbe wie oben.
24.	1 Kreis ders. offen	18	3	
25.	2 Kreise „	20	2	
26.	ungef. 3 Kreise „	22	2	
27.	alle Rbl. „	24	2	
28.	verblühend	24	0	

Tab. I Nr. 17.

Bellis perennis.

Datum	Entwickelungszustand der Röhrenblüten	Gesamtlänge der Zungenblüten	Täglicher Zuwachs	Bemerkungen
15. V.	alle Röhrenbl. noch geschlossen	6 mm	—	
16.	einzelne offen	6,5	0,5 mm	
17.	äussere offen	8	1,5	
18.	die mittleren noch geschlossen	9	1	
19.	fast alle offen	10,5	1,5	
20.	alle offen	11	0,5	
21.	„	12	1	
22.	verblüht	12	0	Zungenblüten abfallend

Tab. I Nr. 18.

Chrysanthemum leucanthemum.

Datum	Entwickelungszustand der Röhrenblüten	Gesamtlänge der Zungenblüten	Täglicher Zuwachs	Bemerkungen
2. VI.	einzelne offen	12 mm	—	
3.	ca. der äussere Kreis derselben offen	14	2	
4.	3 Kreise offen	15	1	
5.	etwa 6 Kreise offen	18	3	
6.	die mittleren noch geschlossen	20	2	
7.	weniger	20,5	0,5	
8.	die innersten noch geschlossen	21,5	1	
9.	alle offen	21,5	0	Zungenblüten abfallend

Tab. I Nr. 19.

Dimorphotheca pluvialis.

Datum	Entwickelungszustand der Röhrenblüten	Gesamtlänge der Zungenblüten	Täglicher Zuwachs	Bemerkungen
12. VII.	einzelne offen	16	—	
13.	ca. 1. Kreis derselben offen	17,5	1,5	
14.	2. u. 3. Kreis offen	18,5	1	
15.	alle offen	22	3,5	
16.	alle verblüht	23	1	
17.	„ „	23	0	Zungenbl. abfallend.

II.

Tabellen betr. den Partial-Zuwachs der Blumenblätter.

Tab. II Nr. 1.

Rudbeckia laciniata.

Länge der Zonen bei Beginn der Beobachtung	Länge der Zonen zur Zeit des Verblühens	Partialzuwachs	Bemerkungen
2 mm Basis	5 mm	3 mm	
2	5	3	
2	4,5	2,5	
2	4,5	2,5	
2	4	2	
2	4	2	
2	3	1	
2	3	1	
2	2	0	
2	2	0	

Tab. II Nr. 2.

Chrysanthemum leucanthemum.

Länge der Zonen bei Beginn der Beobachtung	Länge der Zonen zur Zeit des Verblühens	Partialzuwachs	Bemerkungen
2 mm Basis	3 mm	1 mm	
2	2,5	0,5	
2	2,5	0,5	
2	2,5	0,5	
2	2,5	0,5	
2	2,2	0,2	
2	2	0	
2	2	0	
1	1	0	

Tab. II Nr. 3.

Paeonia officinalis.

Länge der Zonen bei Beginn der Beobachtung	Länge der Zonen zur Zeit des Verblühens	Partialzuwachs	Bemerkungen
5 mm Basis	10 mm	5 mm	
5	11	6	
5	10,5	5,5	
5	9	4,5	
5	8	3,5	
5	7,5	2,5	
4	5	1	

Tab. II Nr. 4.

Papaver orientale.

Länge der Zonen bei Beginn der Beobachtung	Länge der Zonen zur Zeit des Verblühens	Partialzuwachs	Bemerkungen
5 mm Basis	8,5 mm	3,5 mm	
5	8	3	
5	7	2	
5	6,5	1,5	
5	5	0	

Tab. II Nr. 5.

Tulipa Gesneriana.

Länge der Zonen bei Beginn der Beobachtung	Länge der Zonen zur Zeit des Verblühens	Partialzuwachs	Bemerkungen
2 mm Basis	2,2 mm	0,2 mm	Diese untersten 2 mm waren der Abmessung schwer zugänglich
5	6,5	1,5	
5	6	1	
5	5,5	0,5	
5	5,5	0,5	
5	5,5	0,5	
5	5,5	0,5	
5	5	0	
3	3	0	

Tab. II Nr. 6.

Potentilla verna.

Länge der Zonen bei Beginn der Beobachtung	Länge der Zonen zur Zeit des Verblühens	Partialzuwachs	Bemerkungen
1 mm Basis	2,5 mm	1,5 mm	
1	2	1	
1	2,5	0,5	
1	1	0	
1	0	0	

Tab. II Nr. 7.

Fragaria vesca.

Länge der Zonen bei Beginn der Beobachtung	Länge der Zonen zur Zeit des Verblühens	Partialzuwachs	Bemerkungen
1 mm Basis	2,5 mm	1,5 mm	
1	2,5	1,5	
1	2	1	
1	1,5	0,5	
1	1	0	
1	1	0	

Tab. II Nr. 8.

Clematis lanuginosa.

Länge der Zonen bei Beginn der Beobachtung	Länge der Zonen zur Zeit des Verblühens	Partialzuwachs	Bemerkungen
5 mm Basis	7,3 mm	2,3 mm	
5	8,5	3,5	
5	9	4	
5	7,8	2,8	
5	8	3	
3,5	4	0,5	

Tab. II Nr. 9.

Clematis viticella.

Länge der Zonen bei Beginn der Beobachtung	Länge der Zonen zur Zeit des Verblühens	Partialzuwachs	Bemerkungen
5 mm Basis	7,2 mm	2,2 mm	
5	9,3	4,3	
4	7	3	
2	2	0	

Tab. II Nr. 10.

Datura Stramonium.

Länge der Zonen bei Beginn der Beobachtung	Länge der Zonen zur Zeit des Verblühens	Partialzuwachs	Bemerkungen
5 mm Basis	6 mm	1 mm	
5	9	4	
5	7	2	
5	6,2	1,2	
5	6	1	
5	6	1	
5	7	2	
5	5	0	

Tab. II Nr. 11.

Nicotiana affinis.

Länge der Zonen bei Beginn der Beobachtung	Länge der Zonen zur Zeit des Verblühens	Partialzuwachs	Bemerkungen
5 mm Basis	10 mm	5 mm	Röhrenförmiger Teil der Blüte
5	9	4	
5	8	3	
5	7	2	
5	7,5	2,5	
5	6	1	

Länge der Zonen bei Beginn der Beobachtung	Länge der Zonen zur Zeit des Verblühens	Partialzuwachs	Bemerkungen
5 mm Basis	7 mm	2 mm	Oberer Teil derselben
5	8	3	
5	8	3	
5	8	3	
5	10	5	
2	2,5	0,5	

Tab. II Nr. 12.

Hemerocallis fulva.

Länge der Zonen bei Beginn der Beobachtung	Länge der Zonen zur Zeit des Verblühens	Partialzuwachs	Bemerkungen
5 mm Basis	20 mm	15 mm	Ungefähr die Region des Fruchtknotens
5	29,5	14,5	
5	15,5	10,5	
5	12,5	7,5	
5	8,8	3,8	
5	6,2	1,2	

Tab. II Nr. 13.

Beschorneria superior.

Länge der Zonen bei Beginn der Beobachtung	Länge der Zonen zur Zeit des Verblühens	Partialzuwachs	Bemerkungen
4 mm Basis	5 mm	1 mm	Region des Fruchtknotens
5	6	1	
5	6,2	1,2	
5	6,5	1,5	
5	11	6	Region der Blütenzipfel (verhältnismässig lang)
5	7,5	2,5	
5	6	1	
5	5	0	

Tab. II Nr. 14.

Beschorneria bracteata.

Länge der Zonen bei Beginn der Beobachtung	Länge der Zonen zur Zeit des Verblühens	Partialzuwachs	Bemerkungen
2 mm Basis	2,5 mm	0,5 mm	
2	2,5	0,5	
2	2,5	0,5	
2	3	1	
2	3,5	1,5	
2	4	2	
2	4	2	
2	3,8	1,8	
2	3	1	
2	3	1	
2	2,8	0,8	
2	2,5	0,5	
2	2,5	0,5	
2	2,3	0,3	
2	2	0	
2	2	0	

Tab. II Nr. 15.

Funkia lanceolata.

Länge der Zonen bei Beginn der Beobachtung	Länge der Zonen zur Zeit des Verblühens	Partialzuwachs	Bemerkungen
5 mm Basis	7 mm	2 mm	
5	7	2	
5	7,5	2,5	
5	7,2	2,2	
5	7	2	
5	7	2	
5	6	1	
3	3	0	

Tab. II Nr. 16.

Galtonia princeps.

Länge der Zonen bei Beginn der Beobachtung	Länge der Zonen zur Zeit des Verblühens	Partialzuwachs	Bemerkungen
5 mm Basis	5,5 mm	0,5 mm	
5	6,5	1,5	
5	6,5	1,5	
5	5	0	

III.

Tabellen betr. das Längenwachstum der Früchte.

Tab. III Nr. 1.

Cucurbita lagenaria.

Datum	Länge der Frucht	Täglicher Zuwachs	Bemerkungen
31. VII.	77,5 mm	—	
1. VIII.	87	9,5 mm	
2.	102,5	15,5	
3.	119,5	17	
4.	138	18,5	
5.	156	18	
6.	178	22	
7.	199	21	
8.	212	13	
9.	222	10	
10.	238	16	
11.	252	14	
12.	266	14	
13.	275	9	
14.	286	11	
15.	295	9	
16.	301	6	
17.	309,5	8,5	
18.	315	5,5	

Datum	Länge der Frucht	Täglicher Zuwachs	Bemerkungen
19. VIII.	319 mm	4 mm	
20.	321	2	
21.	322	1	
22.	324	2	
23.	325	1	
24.	325	0	
.	.		
.	.		
30.	325	0	

Tab. III Nr. 2.

Cucurbita pepo.

Datum	Länge der Frucht	Täglicher Zuwachs	Bemerkungen
15. VII.	65 mm	—	
16.	78	13 mm	
17.	95	17	
18.	131	36	
19.	152	21	
20.	165	13	
21.	178	13	
22.	190	12	
23.	210	20	
24.	230	20	
25.	240	10	
26.	260	20	
27.	270	10	
28.	274	4	
29.	280	6	
30.	286	6	
31.	290	4	
1. VIII.	295	5	
2.	300	5	
3.	306	6	
4.	306	0	
5.	306	0	
.	.	.	
.	.	.	
9.	306	0	

Tab. III Nr. 3.

Cucumis sativus.

Datum	Länge der Frucht	Täglicher Zuwachs	Bemerkungen
23. VI.	32 mm	—	
24.	35	3 mm	
25.	40	5	
26.	45	5	
27.	51	6	
28.	56	5	
29.	67	11	
30.	72	5	
1. VII.	75	3	
2.	78	3	
3.	80	2	
4.	83	3	
5.	84	1	
6.	85	1	
7.	85	0	Gelb werdend
.	.	.	
.	.	.	
10.	85	0	

Tab. III Nr. 4.

Glaucium luteum.

Datum	Länge der Frucht	Täglicher Zuwachs	Bemerkungen
22. VI.	30 mm	—	
23.	36	6 mm	
24.	43	7	
25.	52	9	
26.	64	12	
27.	82	18	
28.	95	13	
29.	126	31	
30.	155	29	
1. VII.	174	19	
2.	195	21	
3.	205	10	
4.	210	5	

Datum	Länge der Frucht	Täglicher Zuwachs	Bemerkungen
5. VII.	213 mm	3 mm	
6.	217	4	
7.	225	8	
8.	228	3	
9.	230	2	
10.	234	4	
11.	237	3	
12.	238	1	
13.	240	2	
14.	240	0	
.	.	.	
.	.	.	
19.	240	0	

Tab. III Nr. 5.

Glaucium leptopodum.

Datum	Länge der Frucht	Täglicher Zuwachs	Bemerkungen
3. VIII.	23 mm	—	
4.	35	12 mm	
5.	40	5	
6.	41	1	
7.	42	1	
8.	42	0	
9.	42	0	Auch später nicht mehr

Tab. III Nr. 6.

Eschscholtzia Californica.

Datum	Länge der Frucht	Täglicher Zuwachs	Bemerkungen
3. VIII.	20 mm	—	
4.	36	16 mm	
5.	48	12	
6.	54	6	

Datum	Länge der Frucht	Täglicher Zuwachs	Bemerkungen
7. VIII.	59 mm	5 mm	
8.	63	4	
9.	65	2	
10.	65	0	
11.	65	0	Endgültige Länge

Tab. III Nr. 7.

Tulipa Gesneriana.

Datum	Länge der Frucht	Berechneter tägl. Zuwachs	Grösster Breitendurchmesser	Berechneter tägl. Zuwachs	Bemerkungen
26. V.	34 mm	—	9 mm	—	Da der tägliche Zuwachs
28.	34,5	0,25 mm	9	0 mm	hier zu gering war, um
2. VI.	37,5	0,6	11,5	0,5	genau gemessen werden zu
3.	38	0,5	12	0,5	können, ist dieser Zuwachs
6.	40	0,7	14	0,7	als ein Mittelwert aus Be-
7.	40	0	14,5	0,5	obachtungen, die mehrere
8.	40	0	15	0,5	Tage auseinander liegen, zu
9.	40	0	15,5	0,5	betrachten
14.	41	0,2	18	0,5	
19.	41	0	20	0,4	
21.	41	0	21	0,5	
22.	41	0	21	0	
23.	41	0	21	0	
.	.	.	.	.	
.	.	.	.	.	
.	.	.	.	.	Gelb werdend
28.	41	0	21	0	

Tab. III Nr. 8.

Hesperis matronalis.

Datum	Länge der Frucht	Täglicher Zuwachs	Bemerkungen
13. VII.	37 mm	—	
14.	39	2 mm	
15.	40	1	
16.	42	2	
17.	45	3	
18.	50	5	
19.	57	7	
20.	65	8	
21.	67	2	
22.	69	2	
23.	70	1	
24.	71	0	
.	.	.	
.	.	.	Die endgültige Länge
.	.	.	
30.	71	0	

Tab. III Nr. 9.

Cheiranthus alpinus.

Datum	Länge der Frucht	Täglicher Zuwachs	Bemerkungen
15. VII.	24 mm	—	
16.	24	0 mm	
17.	26	2	
18.	27	1	
19.	30	3	
20.	35	5	
21.	36	1	
22.	36,5	0,5	
23.	37	0,5	
24.	38	1	Gelb werdend.
.	.	.	
.	.	.	
29.	38	0	

Tab. III Nr. 10.

Phaseolus multiflorus.

Datum	Länge der Frucht	Täglicher Zuwachs	Bemerkungen
22. VII.	42 mm	—	
23.	46	4 mm	
24.	51	5	
25.	59	8	
26.	68	9	
27.	81	13	
28.	90	9	
29.	94	4	
30.	95	1	
31.	96	1	
1. VIII.	96,5	0,5	
2.	98	1,5	
.	.	.	
3.	98	0	
.	.	.	
.	.	.	
7.	98	0	

Tab. III Nr. 11.

Pisum sativum.

Datum	Länge der Frucht	Täglicher Zuwachs	Bemerkungen
14. VII.	33 mm	—	
15.	39	6 mm	
16.	46	7	
17.	51	5	
18.	55	4	
19.	59	4	Gelb werdend
20.	59	0	
21.	59	0	

IV.

Tabellen betr. den Partial-Zuwachs der Früchte.

Tab. IV Nr. 1.

Cucurbita lagenaria.

Länge der Zonen bei Beginn der Beobachtung	Endgültige Länge derselben	Partialzuwachs	Bemerkungen
10 mm Basis	58 mm	48 mm	
10	76	66	
10	73	63	
10	55	45	
10	57	47	
2	6	4	

Tab. IV Nr. 2.

Glaucium leptopodum.

Länge der Zonen bei Beginn der Beobachtung	Endgültige Länge derselben	Partialzuwachs	Bemerkungen
5 mm Basis	13 mm	8 mm	
5	11	6	
5	8	3	
5	6,5	1,5	
3	4	1	

Tab. IV Nr. 3.

Eschscholtzia californica.

Länge der Zonen bei Beginn der Beobachtung	Endgültige Länge derselben	Partialzuwachs	Bemerkungen
2 mm Basis	9 mm	7 mm	
2	7	5	
2	6	4	
2	5,5	3,5	
2	5,5	3,5	
2	6	4	
2	6	4	
2	5,5	3,5	
2	4	2	
2	3	1	

Tab. IV Nr. 4.

Pisum sativum.

Länge der Zonen bei Beginn der Beobachtung	Entgültige Länge derselben	Partialzuwachs	Bemerkungen
5 mm Basis	11 mm	6 mm	Hier grösste Samen
5	10	5	
5	8,5	3,5	
5	9	4	
5	8	3	
5	8	3	

Tab. IV Nr. 5.

Cheiranthus alpinus.

Länge der Zonen bei Beginn der Beobachtung	Endgültige Länge derselben	Partialzuwachs	Bemerkungen
5 mm Basis	8 mm	3 mm	Hier Entwickelung der Samen
5	9	4	
5	9	4	
5	8	3	
5	6	1	

Tab. IV Nr. 6.

Hesperis matronalis.

Länge der Zonen bei Beginn der Beobachtung	Endgültige Länge derselben	Partialzuwachs	Bemerkungen
5 mm Basis	7 mm	2 mm	
5	6	1	
5	8	3	
5	8,5	3,5	
5	8,5	3,5	Hier die Entwickelung der meisten Samen
5	10,5	5,5	
5	8,5	3,5	
5	9	4	
5	5	0	

Tab. IV Nr. 7.

Glaucium luteum.

Länge der Zonen bei Beginn der Beobachtung	Endgültige Länge derselben	Partialzuwachs	Bemerkungen
5 mm Basis	6,3 mm	1,3 mm	
5	8,5	3,5	
5	10	5	
5	12	7	
5	14	9	
5	14	9	
5	16	11	
5	19	14	
5	19,5	14,5	
5	20	15	
5	18	13	
5	19	14	
5	17	12	
5	9	4	

Tab. IV Nr. 8.

Epilobium hirsutum.

Länge der Zonen bei Beginn der Beobachtung	Endgültige Länge derselben	Partialzuwachs	Bemerkungen
2 mm Basis	4 mm	2 mm	
2	4,5	2,5	
2	6	4	Hier best entwickelte Samen
2	6	4	
2	5,5	3,5	
2	4	2	
2	3	1	
2	2	0	

Tab. IV Nr. 9.

Oenothera biennis.

Länge der Zonen bei Beginn der Beobachtung	Endgültige Länge derselben	Partialzuwachs	Bemerkungen
2 mm Basis	4 mm	2 mm	
2	4	2	
2	4	2	
2	4	2	
2	3,8	1,8	
2	3,5	1,5	
2	3	1	

Tab. IV Nr. 10.

Martynia lutea.

Länge der Zonen bei Beginn der Beobachtung	Endgültige Länge derselben	Partialzuwachs	Bemerkungen
5 mm Basis	6 mm	1 mm	In diesem Teil Entwickelung der Samen
5	10	5	
5	6	1	
5	7	2	

*

Länge der Zonen bei Beginn der Beobachtung	Endgültige Länge derselben	Partialzuwachs	Bemerkungen
5 mm Basis	8 mm	3 mm	In diesem Teil Entwickelung der Samen
5	7	2	
5	9	4	
5	8	3	Schnabelförmiger Fortsatz
5	8	3	
5	8	3	
5	9	4	
5	12	7	
5	14	9	
5	15	10	
5	12	7	
5	6	1	

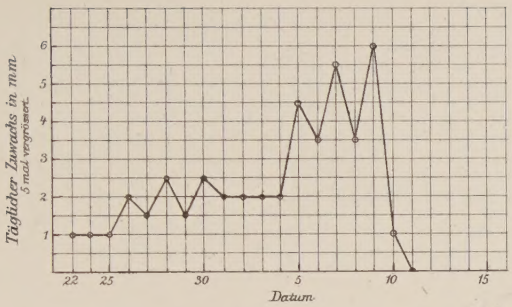
Tab. IV Nr. 11.

Martynia fragrans.

Länge der Zonen bei Beginn der Beobachtung	Endgültige Länge derselben	Partialzuwachs	Bemerkungen
5 mm Basis	5,5	0,5	
5	15	10	
5	12	7	In diesem Teil entwickeln sich die Samen
5	12,5	7,5	
5	14	9	
5	13	8	
5	14	9	
5	15	10	Schnabelförmiger Fortsatz
5	18	13	
5	22	17	
5	23	18	
5	25	20	
5	22	17	
5	16	11	
5	10	5	

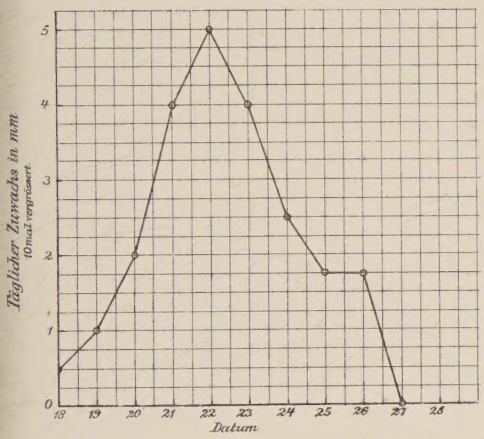
Wachstumscurve N° 1.

Lilium candidum.



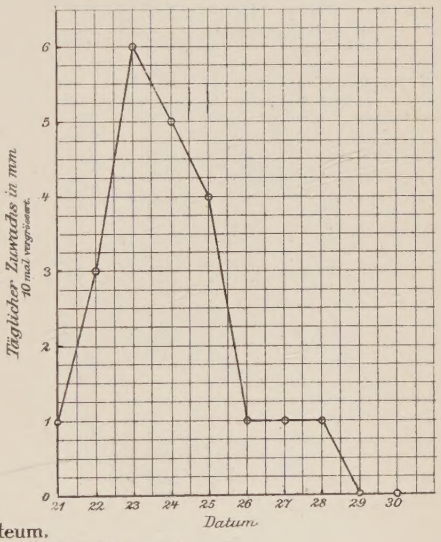
Wachstumscurve N° 2.

Clematis lanuginosa.



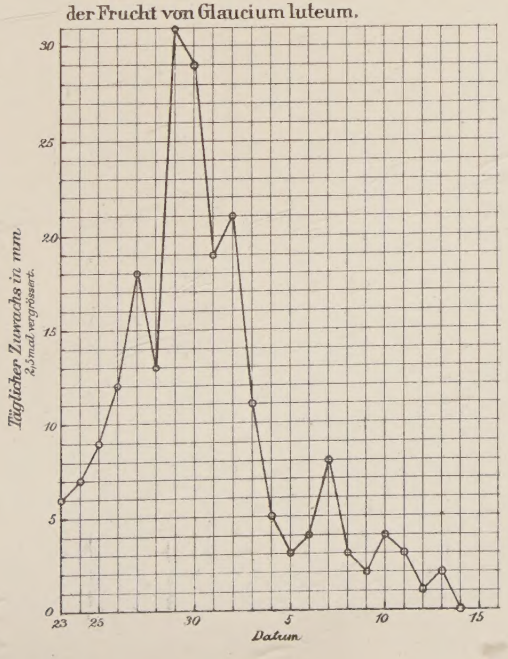
Wachstumscurve N° 3.

Silphium trifoliatum.



Wachstumscurve N° 4.

der Frucht von Glaucium luteum.



Lebenslauf.

Ich, August Kraetzer, wurde geboren am 19. Mai 1872 zu Biebrich a. Rh., als Sohn des damaligen Maschinenfabrikanten und jetzigen Rentners Gustav Kraetzer und dessen Ehefrau Dorothea geb. Fischer. Von Konfession bin ich katholisch. Mit meinem 6. Lebensjahr trat ich in die Vorschule des Realprogymnasiums zu Biebrich a. Rh. ein und verblieb in letzterem bis Untersecunda inklusive. Alsdann trat ich in das Realgymnasium zu Wiesbaden über, das ich zu Ostern 1892 absolvierte.

Mit Beginn des Sommer-Semesters desselben Jahres bezog ich die Technische Hochschule zu Darmstadt und widmete mich dem Studium der Elektrotechnik. Nach Abschluss desselben im Herbste 1896 erhielt ich eine Anstellung als Assistent im Privatbureau des Herrn Geh. Rathes Professor Dr. E. Kittler an dieser Hochschule. Während einjähriger Thätigkeit daselbst war ich hauptsächlich mit Projektirungsarbeiten für grössere elektrische Anlagen beschäftigt. Im Verlauf meines elfsemestrigen Aufenthaltes in Darmstadt betrieb ich neben rein technischen Studien auch naturwissenschaftliche und unter diesen besonders botanische, wobei mir die persönliche Bekanntschaft mit Herrn Professor Dr. L. Dippel sehr zu statten kam.

Mit Beginn des Winter-Semesters 1897 liess ich mich an der Universität Würzburg immatrikulieren, um mich weiter dem Studium der Naturwissenschaften zu widmen. Während dieser Studienzeit besuchte ich die Vorlesungen bezw. Praktika der Herren Professoren Dr. G. Kraus, Dr. Th. Boveri und der Herrn Geh.-Rathes Prof. Dr. C. Röntgen, sowie die Vorlesungen der Herren Prof. Dr. Medicus, Prof. Dr. Külpe, Prof. Dr. Selling, Prof. Dr. Wien, Prof. Dr. Prym, Prof. Dr. Zehnder und der Herren Dr. Hauptfleisch und Dr. Spemann.

An dieser Stelle sehe ich mich verpflichtet allen meinen hochverehrten Lehrern und ganz besonders Herrn Professor Dr. G. Kraus, unter dessen Anleitung beifolgende Arbeit während den letzten drei Semestern entstanden ist, meinen aufrichtigsten Dank auszusprechen.